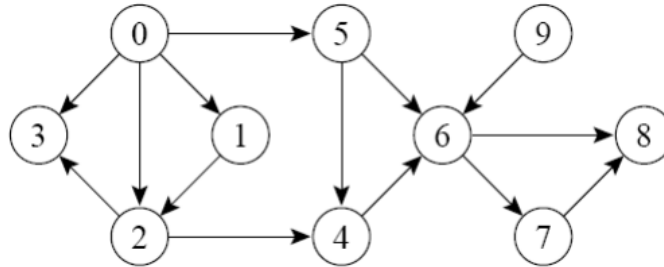


AULA DE EXERCÍCIOS INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL

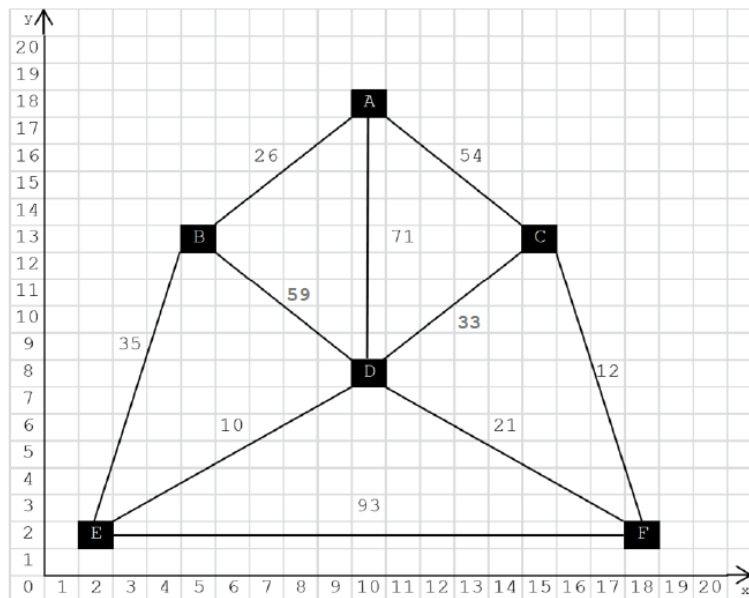
Estratégias de Busca

Considere o grafo abaixo e faça o que pede.



- Realize uma busca em largura. Apresente a solução encontrada e os nós explorados.
- Realize uma busca em profundidade. Apresente a solução encontrada e os nós explorados.

Considere o grafo abaixo e faça o que pede.



- Encontre um caminho entre A e F usando a busca em largura.
- Encontre um caminho entre A e F usando a busca em profundidade.
- Realize uma busca gulosa usando como função a distância euclidiana entre o nó atual e o objetivo. Apresente a solução encontrada e seu respectivo custo (Origem A, Destino F).
- Realize uma busca A* usando as seguintes funções de custo $g(n)$ = a distância entre cada cidade (mostrada no grafo) e $h(n)$ = a distância euclidiana entre o nó atual e o objetivo. Apresente a solução encontrada e seu respectivo custo (Origem A, Destino F).
- Compare as soluções obtidas em (c) e (d). Qual delas é melhor? Justifique sua resposta.

- **PSO versão *Nearest Neighbor Velocity Matching***

Considere a função “esfera” bidimensional com mínimo global em (0,0) dada por:

$$f(x, y) = x^2 + y^2$$

Uma população apresenta os seguintes indivíduos, representados com suas respectivas posições e velocidades:

1	Pos.:	+2,8	-3,3
	Vel.:	+0,1	-0,8

2	Pos.:	+1,4	+4,6
	Vel.:	+0,5	-0,7

3	Pos.:	-5,7	+1,2
	Vel.:	+0,1	+0,8

- Para cada indivíduo, encontre qual indivíduo estará mais próximo dele.
- Com base no resultado obtido em (a), realize o ajuste de velocidade nos indivíduos. Mostre como a população ficou após esta operação.
- Realize uma operação de *craziness* no segundo indivíduo da população. Considere que esta operação diminui em 10% a magnitude da velocidade em x e aumenta em 10% a magnitude da velocidade em y do indivíduo. Mostre como a população ficou após esta operação.
- Realize a atualização da posição dos indivíduos. Mostre como a população ficou após esta operação.
- Faça a avaliação da população, indicando seu melhor indivíduo. Utilize como métrica a Distância Euclidiana.
- Considerando que o critério de parada seja “valor absoluto da distância entre o mínimo global da função – ou seja, o ponto (0,0), conforme mencionado no enunciado – e o melhor indivíduo da população seja inferior a 0,1”, é possível afirmar que a execução do algoritmo chegou ao fim? Justifique.

• Algoritmos Genéticos

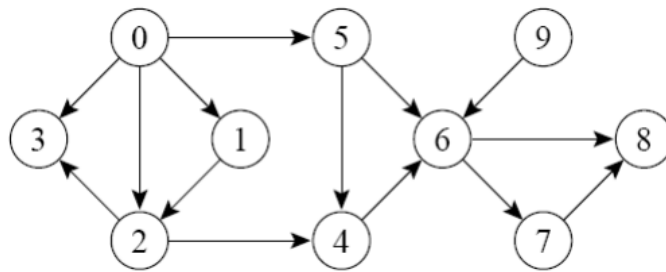
Considere um algoritmo genético aplicado à minimização da função de segundo grau $f(x) = x^2 - 2x + 1$ no intervalo $[-15, +15]$. Uma representação dos cromossomos deste problema pode ser feita utilizando um vetor de 5 bits, na qual o primeiro bit (mais à esquerda) representa o sinal (0 significa positivo e 1 negativo) e os demais bits representam a magnitude do valor associado (na base 2). Exemplo: o cromossomo 10011 representa o valor -3, enquanto o cromossomo 01100 representa o valor +12. Neste contexto, considere uma população com 3 indivíduos:

I_1 :	0	1	0	1	0
I_2 :	1	1	1	0	1
I_3 :	0	0	1	0	1

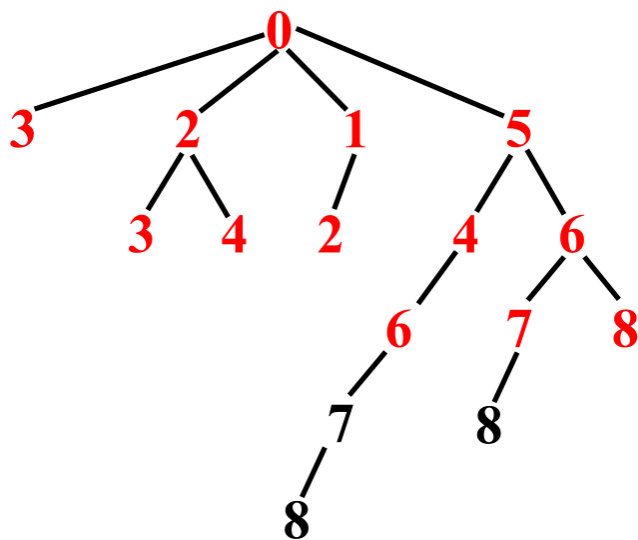
- Calcule o *fitness* de cada indivíduo, usando a própria função do enunciado para avaliação.
- Calcule o *fitness* médio da população.
- Considere que os indivíduos 1 e 3 foram selecionados para *crossover*, e que esta operação acontecerá na posição 2 (ou seja, a partir desta posição, os genes serão trocados em relação aos pais). Escreva os indivíduos que serão gerados neste processo, bem como seus respectivos *fitness*.
- Considere que o indivíduo 2 sofrerá uma mutação do tipo *flip* no último gene. Escreva como ficaria este indivíduo após esta operação, bem como seu novo *fitness*.
- Neste momento, a população possui 5 indivíduos, mas pode conter somente 3. Liste todos estes indivíduos, bem como seus respectivos *fitness* (dica: isto já foi calculado nos itens anteriores). Em seguida, submeta a população a um operador de elitismo, o qual removerá os dois piores indivíduos da população. Indique quais indivíduos serão removidos e a população resultante deste processo.
- Calcule o *fitness* médio da nova população. Escreva a resposta com duas casas de precisão.
- É possível afirmar que esta geração melhorou a população de soluções candidatas? Justifique.

GABARITO

Considere o grafo abaixo e faça o que pede.

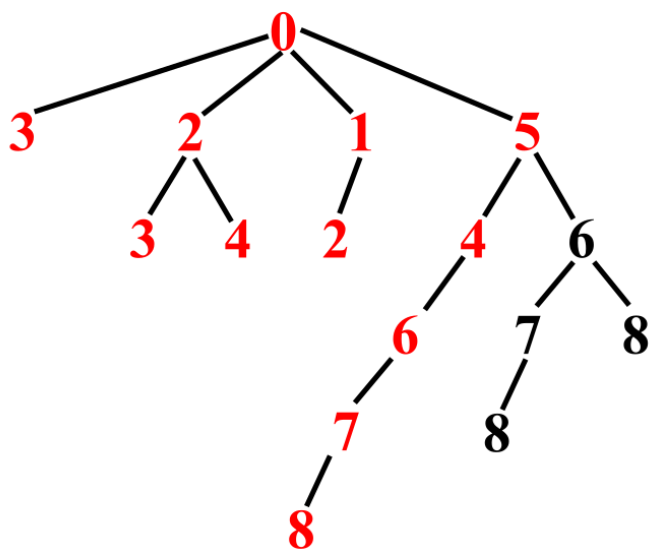


a) Realize uma busca em largura. Apresente a solução encontrada e os nós explorados.



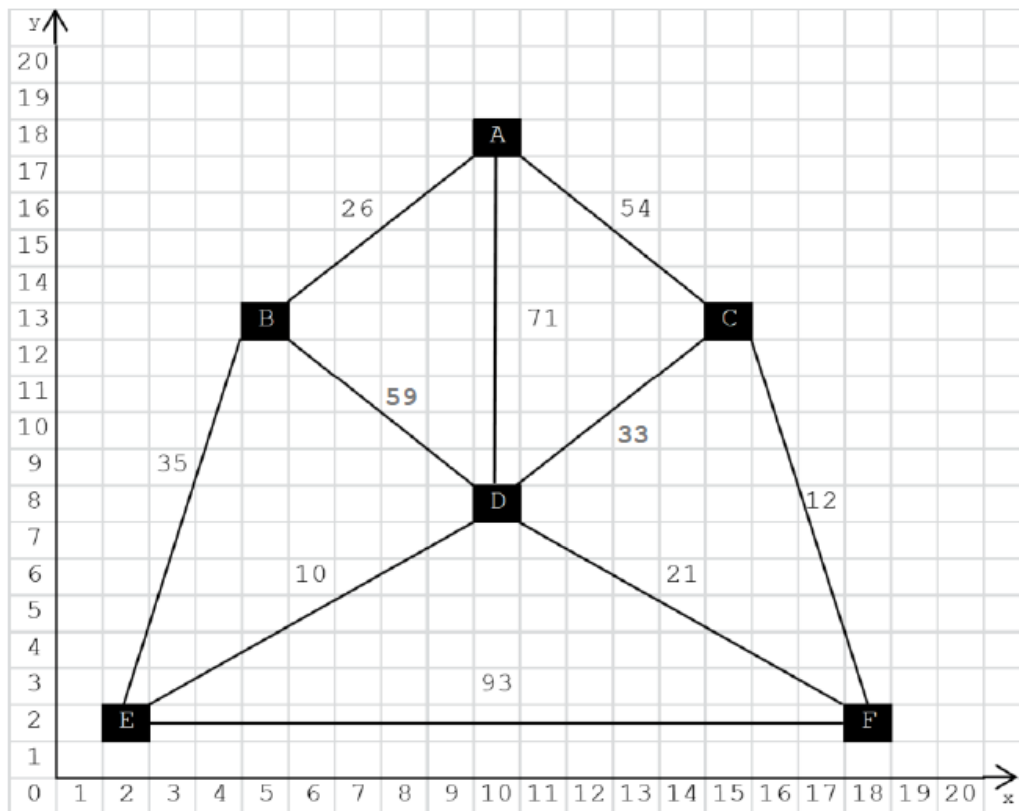
Solução: 0 – 5 – 6 - 8

b) Realize uma busca em profundidade. Apresente a solução encontrada e os nós explorados.

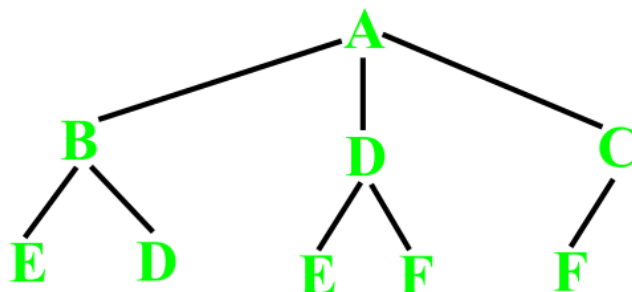


Solução: 0-5-4-6-7-8

Considere o grafo abaixo e faça o que pede.

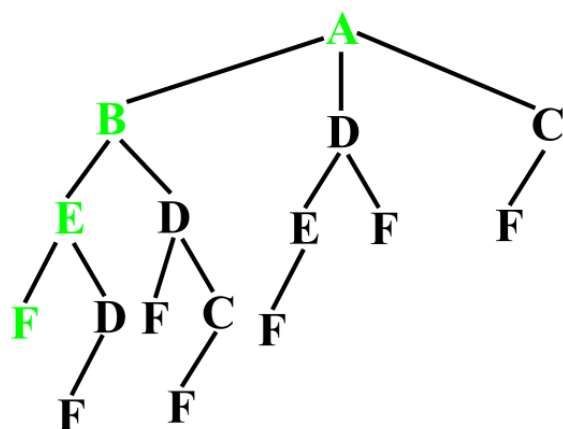


f) Encontre um caminho entre A e F usando a busca em largura.



Solução: A, C, F

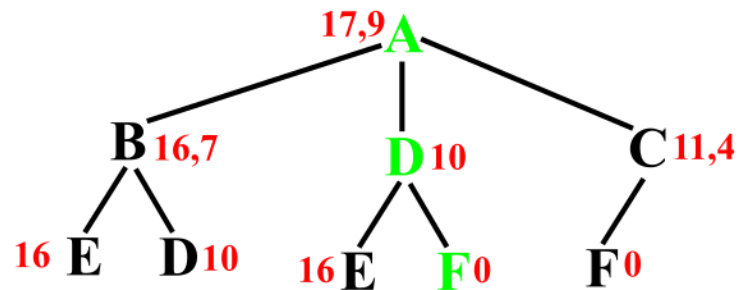
g) Encontre um caminho entre A e F usando a busca em profundidade.



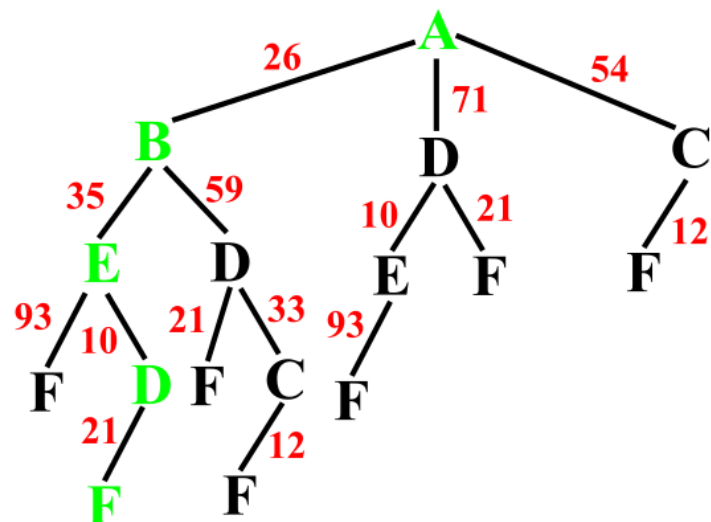
Solução: A, B, E, F

- h) Realize uma busca gulosa usando como função a distância euclidiana entre o nó atual e o objetivo. Apresente a solução encontrada e seu respectivo custo (Origem A, Destino F).

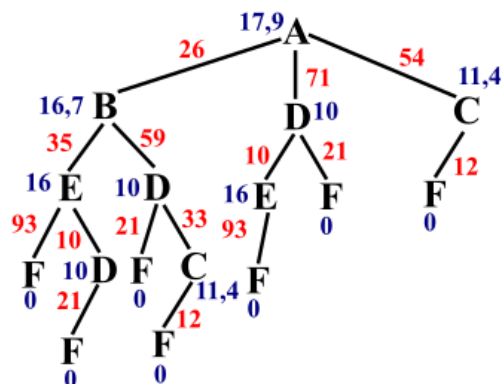
Nó	Distância até F
A	17,9
B	16,64
C	11,4
D	10,0
E	16,0
F	0



Se utilizar o custo como métrica temos:



- i) Realize uma busca A* usando as seguintes funções de custo $g(n)$ = a distância entre cada cidade (mostrada no grafo) e $h(n)$ = a distância euclidiana entre o nó atual e o objetivo. Apresente a solução encontrada e seu respectivo custo (Origem A, Destino F).



$A-B = 16,7 + 26 = 42,7$ (1ª Escolha)

$$A-D = 10 + 71 = 81$$

$$A-C = 11,4 + 54 = 65,4 \text{ (2ª Escolha)}$$

$$B-E = 16 + 35 + 26 = 77$$

$$B-D = 10 + 59 + 26 = 95$$

$$C-F = 65,4 \text{ (3ª Escolha)}$$

Solução: A, C, F

j) Compare as soluções obtidas em (c) e (d). Qual delas é melhor? Justifique sua resposta.

$$\text{Gulosa} = 92$$

$$A^* = 66 \text{ (Menor Custo)}$$

Considere a função “esfera” bidimensional com mínimo global em (0,0) dada por:

$$f(x, y) = x^2 + y^2$$

Uma população apresenta os seguintes indivíduos, representados com suas respectivas posições e velocidades:

1	Pos.:	+2,8	-3,3
	Vel.:	+0,1	-0,8

2	Pos.:	+1,4	+4,6
	Vel.:	+0,5	-0,7

3	Pos.:	-5,7	+1,2
	Vel.:	+0,1	+0,8

g) Para cada indivíduo, encontre qual indivíduo estará mais próximo dele.

Indivíduo 1: quem está mais próximo é o indivíduo 2 (d=8,02)

Indivíduo 2: quem está mais próximo é o indivíduo 3 (d=7,87)

Indivíduo 3: quem está mais próximo é o indivíduo 2 (d=7,87)

h) Com base no resultado obtido em (a), realize o ajuste de velocidade nos indivíduos. Mostre como a população ficou após esta operação.

1	Pos.:	+2,8	-3,3
	Vel.:	+0,5	-0,7

2	Pos.:	+1,4	+4,6
	Vel.:	+0,1	+0,8

3	Pos.:	-5,7	+1,2
	Vel.:	+0,5	-0,7

i) Realize uma operação de *craziness* no segundo indivíduo da população. Considere que esta operação diminui em 10% a magnitude da velocidade em x e aumenta em 10% a magnitude da velocidade em y do indivíduo. Mostre como a população ficou após esta operação.

1	Pos.:	+2,8	-3,3
	Vel.:	+0,5	-0,7

2	Pos.:	+1,4	+4,6
	Vel.:	+0,09	+0,88

3	Pos.:	-5,7	+1,2
	Vel.:	+0,5	-0,7

j) Realize a atualização da posição dos indivíduos. Mostre como a população ficou após esta operação.

1	Pos.:	+3,3	-4,0
	Vel.:	+0,5	-0,7

2	Pos.:	+1,49	+5,48
	Vel.:	+0,09	+0,88

3	Pos.:	-5,2	+0,5
	Vel.:	+0,5	-0,7

k) Faça a avaliação da população, indicando seu melhor indivíduo. Utilize como métrica a Distância Euclidiana.

$$D(1,OBJ)=5,19$$

$$D(2,OBJ)=5,68$$

$$D(3,OBJ)=5,22$$

l) Considerando que o critério de parada seja “valor absoluto da distância entre o mínimo global da função – ou seja, o ponto (0,0), conforme mencionado no enunciado – e o melhor indivíduo da população seja inferior a 0,1”, é possível afirmar que a execução do algoritmo chegou ao fim? Justifique.

Não, pois a distância entre o melhor indivíduo e o objetivo (5,19) é maior do que a tolerância (0,1).

Considere um algoritmo genético aplicado à minimização da função de segundo grau $f(x) = x^2 - 2x + 1$ no intervalo $[-15, +15]$. Uma representação dos cromossomos deste problema pode ser feita utilizando um vetor de 5 bits, na qual o primeiro bit (mais à esquerda) representa o sinal (0 significa positivo e 1 negativo) e os demais bits representam a magnitude do valor associado (na base 2). Exemplo: o cromossomo 10011 representa o valor -3, enquanto o cromossomo 01100 representa o valor +12. Neste contexto, considere uma população com 3 indivíduos:

I_1 :	0	1	0	1	0	(+10)
I_2 :	1	1	1	0	1	(-13)
I_3 :	0	0	1	0	1	(+5)

a) Calcule o *fitness* de cada indivíduo, usando a própria função do enunciado para avaliação.

$$f(I_1) = f(+10) = 10^2 - 2 \times 10 + 1 = 81$$

$$f(I_2) = f(-13) = (-13)^2 - 2 \times (-13) + 1 = 196$$

$$f(I_3) = f(+5) = 5^2 - 2 \times 5 + 1 = 16$$

b) Calcule o *fitness* médio da população.

$$f_{\text{médio}} = \frac{81 + 196 + 16}{3} = 97,67$$

c) Considere que os indivíduos 1 e 3 foram selecionados para *crossover*, e que esta operação acontecerá na posição 2 (ou seja, a partir desta posição, os genes serão trocados em relação aos pais). Escreva os indivíduos que serão gerados neste processo, bem como seus respectivos *fitness*.

I_1 :	0	1	0	1	0	(+10)
I_2 :	1	1	1	0	1	(-13)
I_3 :	0	0	1	0	1	(+5)

I_4 :	0	1	1	0	1	(+13)
I_5 :	0	0	0	1	0	(+2)

$$f(I_4) = f(+13) = 13^2 - 2 \times 13 + 1 = 144$$

$$f(I_5) = f(+2) = 2^2 - 2 \times 2 + 1 = 1$$

- d) Considere que o indivíduo 2 sofrerá uma mutação do tipo *flip* no último gene. Escreva como ficaria este indivíduo após esta operação, bem como seu novo *fitness*.

I_2 :	1	1	1	0	0	(-12)
---------	---	---	---	---	---	-------

$$f(I_2) = f(-12) = (-12)^2 - 2 \times (-12) + 1 = 169$$

- e) Neste momento, a população possui 5 indivíduos, mas pode conter somente 3. Liste todos estes indivíduos, bem como seus respectivos *fitness* (dica: isto já foi calculado nos itens anteriores). Em seguida, submeta a população a um operador de elitismo, o qual removerá os dois piores indivíduos da população. Indique quais indivíduos serão removidos e a população resultante deste processo.

I_1 :	0	1	0	1	0	(+10), $f = 81$
I_2 :	1	1	1	0	0	(-12), $f = 169$
I_3 :	0	0	1	0	1	(+5), $f = 16$
I_4 :	0	0	1	0	1	(+13), $f = 144$
I_5 :	0	1	0	1	0	(+2), $f = 1$

População resultante:

I_1 :	0	1	0	1	0	(+10), $f = 81$
I_3 :	0	0	1	0	1	(+5), $f = 16$
I_5 :	0	1	0	1	0	(+2), $f = 1$

- f) Calcule o *fitness* médio da nova população. Escreva a resposta com duas casas de precisão.

$$\text{Contando a partir de 0: } f_{\text{médio}} = \frac{81+16+1}{3} = 32,67$$

$$\text{Contando a partir de 1: } f_{\text{médio}} = \frac{16+16+81}{3} = 37,67$$

- g) É possível afirmar que esta geração melhorou a população de soluções candidatas? Justifique.

Sim, pois o *fitness* médio da população melhorou com as operações genéticas.